



# 加强鼠害防控国际合作 推动“一带一路”农业可持续发展

张知彬

中国科学院动物研究所 北京 100101

## 1 目的和意义

鼠害是农业重大生物灾害之一，严重威胁世界各国的农业可持续发展、人类健康和生态安全。据估计，我国每年农田和草原鼠害受灾面积达数亿亩，森林鼠害发生面积达1000多万亩。鼠类不仅啃食作物、破坏草场和森林，也造成鼠传疾病流行。使用杀鼠剂灭鼠还会威胁非靶标动物安全，造成生物多样性减少、环境污染等一系列社会、生态环境问题。

农业依然是许多“一带一路”沿线国家或地区的重要支柱产业，但由于耕作粗放，加之近年来不断加剧的气候变化，沿线很多国家和地区农业鼠害非常严重。例

如，东南亚地区农业鼠害造成水稻减产可达5%—10%，严重时高达20%—30%。再如，非洲地区鼠害除造成农作物大幅减产外，鼠疫又呈死灰复燃之势，威胁全球人类健康安全。2017年，鼠疫在非洲马达加斯加爆发，染病上千人，引起了当地和世界性恐慌。

目前，抗凝血杀鼠剂是国内外农业鼠害防治的主要手段之一。但经几十年的使用，该杀鼠剂也暴露出耐药性和抗药性增加、灭效减退、灭效短、威胁非靶标动物等问题。鼠类取食此类杀鼠剂后，其体内慢慢出血，大约需要1周左右中毒而死，过程可能比较痛苦。这种“不人道”的灭鼠方法和过程也常遭到公众及动物权益组织的责难和批评。发展非致死性、高效、环保的鼠类

不育剂，一直是世界各国鼠害控制领域研究的重要方向之一。

## 2 技术发展背景

鼠类不育控制是指通过降低鼠类出生率来控制其种群数量或密度，以减少其危害。与传统灭杀相比，不育控制的优势在于不育个体继续占据原有生态位和配偶，从而避免了鼠类快速繁殖而导致的种群快速回升的问题。不育控制的概念最早于1959年由Knippling提出。由于鼠类属于小型哺乳动物，具有繁殖快、数量多的特点，因此不育控制被认为是适合鼠类防控的技术之一。随后的几十年间，研究者尝试使用各类不育药物控制鼠类种群数量，包括 $\alpha$ -氯代醇（EpiblocR）及丁二醇二甲酸酯（GlyzophrR）、不育疫苗等。近年来，我国也开展了化学不育剂（如 $\alpha$ -氯代醇、炔雌醚、左炔诺孕酮）、不育疫苗、植物源不育剂（如棉酚、雷公藤、莪术醇）等用于鼠类不育控制的研究。

人类避孕成分（如人工合成雌激素或雄激素）很早就用于鼠类不育控制的研究，但国内外研究一直未能取得满意的效果。关键是在剂量上和投饵方式上没有找到适合野外鼠类控制的方法。野外鼠害的控制有特殊的要求，考虑到经济原因，最好一次投饵，具有长效作用。剂量过低，需要连续投饵；浓度过高，鼠类拒食，都达不到不育控制的目的。另外，过去的研究，只关注了激素类药物对雌性鼠类的不育作用，很少考虑对雄性的不育作用。由于野外投药，雌、雄鼠都能吃到毒饵，理想的不育剂最好对双性鼠都有不育作用。但激素类不育剂对野外雄性鼠类控制作用的研究不多。

有两大因素制约人工合成激素类不育剂成功用于鼠害防治：① **经济成本**。过去的研究沿用人类避孕的思路，实验更多考虑了多次或长时间投饵，以保证不育效果，这无疑增加了灭鼠成本，难以推广和应用。② **环境安全问题**。许多人工合成的激素结构稳定，在自然界难以降解，环境残留大，难以推广和应用。我们的思路

是：首先，根据野外鼠类的习性和特点，确定了一种合适的不育剂浓度及配方，实现了野外一次投饵，即可控制鼠类全年繁殖的目标；其次，不育剂必须满足环境及生态安全性的要求。

2004年，我们报道了由炔雌醚和左炔诺孕酮配伍制成的EP系列鼠类不育剂对多种野鼠具有显著不育效果；之后，得到国内多个独立的实验室的证实。野外大田实验也证实，EP系列鼠类不育剂在繁殖季前进行一次投饵，可显著降低多种野外鼠类的怀孕率和胎仔数。该不育剂对鼠类具有双性不育特点，既可抑制雄鼠的生精过程，也可抑制雌性排卵和着床过程。该EP系列不育剂剂量超微，毒饵浓度10—50 mg/kg，而半致死剂量（LD50）很大（>300 mg/kg，属于低毒级），远低于目前的常用的一些抗凝血杀鼠剂的LD50（约10 mg/kg，属剧毒级）。生态环境安全评价显示，该EP系列不育剂成分在土壤中的半衰期约2周左右；野外大田实验表明其对鸟类的数量和物种多样性的影响也较小。因此，EP系列鼠类不育剂具有非常好的应用前景。为此，EP系列不育剂也引起了国内外同行的关注。

在中国科学院“一带一路”对外国际合作项目、英国农业转移转化基金等支持下，近年来，我们与英国、澳大利亚、东南亚、非洲等国家和地区开展了鼠害不育防控的研究，侧重EP系列鼠类不育剂的验证、示范和推广。围绕“一带一路”倡议，帮助东南亚及非洲等发展中国家提高鼠情监控和鼠害爆发控制的能力。该项目的实施加强了我国与“一带一路”沿线国家鼠害研究与防控领域的合作与交流，扩大了我国鼠害研究在国际上的影响力及技术合作，促进了发展中国家农业鼠害的研究与防控。

## 3 合作目标及内容

本项目的合作目标是帮助东南亚及非洲国家相关人员掌握鼠情监测和鼠类不育控制新技术与新方法，为减





2018年4月9—13日，项目组赴印度尼西亚开展“一带一路”国家农业鼠害监测及防治技术项目合作研究

轻当地的农业鼠害提供技术支持，为当地培养鼠害研究与防控方面的技术力量和人才。

主要合作内容包括4个方面：① **室内EP系列鼠类不育效果的实验**。针对当地的主要害鼠，探索适合的不育剂毒饵配方和剂量，测试其适口性，检测其对雄性和雌性繁殖器官、精子密度、怀孕率、胎仔数等影响，评价不育剂药效，提出控制当地主要害鼠的不育剂毒饵剂型。② **野外EP系列鼠类不育效果的实验**。针对当地鼠类的生活习性当地的栖息环境，确定适合的投饵时间、方式及强度。测定不育控制后鼠类的野外繁殖率、幼鼠比率及种群密度的变化，评价野外不育控制效果。③ **人员培训**。培训当地人员掌握EP系列不育剂毒饵配制方法、不育效果检测方法及野外鼠类调查、毒饵投放等方法和技术，使他们能够独立开展室内外鼠类不育剂效果的评价工作。④ **EP系列鼠类不育农药登记及产业化的调研**。调研和了解当地农药登记的规则和要求，包括药效、毒性、非靶动物安全、环境安全、毒饵生产、市场销售等，为今后推进该鼠类不育剂在国外的产业化奠定基础。

#### 4 合作进展及前景

2014 以来，我们和英国格林威治大学及坦桑尼

亚 Sokoine 农业大学合作，开展 EP 系列鼠类不育剂在非洲坦桑尼亚的验证和示范。在坦桑尼亚，*Mastomys natalensis* 是当地的主要农田害鼠之一，对农作物生产危害很大。我们合作在室内测定了不同浓度（10，50，100 mg/kg）和比例（单独和 1：1）的炔雌醚和左炔诺孕酮（EP 系列不育剂成分）对雌、雄鼠繁殖器官、精子密度、怀孕率、胎仔数等影响，并检查其对繁殖器官组织结构的影响。研究结果表明：EP 系列不育剂可显著降低雄性的睾丸、附睾及储精囊重量，达 60%—80%；降低精子密度及活力，高达 95%；可显著造成雌性子宫膨大或水肿，降低其怀孕率和产仔数。野外实验也表明，EP 不育效果显著，与单纯杀鼠剂相比，种群没有呈现快速恢复的趋势。

2017 年以来，我们与菲律宾水稻所（IRRI）合作，于 2018 年在印度尼西亚开展 EP 系列不育剂对 *Rattus argentiventer* 的室内外验证实验和技术培训。该鼠是东南亚各国稻区的主要害鼠之一。首先，对当地技术人员就毒饵配制、不育效果评估等进行了培训。然后，在室内测定了 10 mg/kg 浓度下不同比例（单独和 1：1 比例）的炔雌醚和左炔诺孕酮（EP 不育剂）对雌、雄鼠繁殖器官、精子密度、怀孕率、胎仔数等影响，研究结果表



2018年7月20—22日，项目组人员赴坦桑尼亚SOKOINE农业大学有害动物控制研究中心访问，就鼠类不育控制项目进展进行了研讨、现场考察及技术培训

明EP不育剂可显著降低雄鼠的睾丸、附睾及储精囊重量，降低其精子密度及活力；可显著造成雌鼠子宫膨大或水肿。下一步将进一步明确适用于该鼠最适宜的剂量和配方。

经过近几年的研究和国内外多家实验室的验证，EP系列不育剂已经得到国内外同行的认可。最近，EP系列不育剂被列入非洲联盟（Africa Union）鼠害防控项目和世行非洲鼠害防控项目的示范技术，拟在坦桑尼亚、乌干达、纳米比亚等多个国家进一步实验和示范，这将有利于该项目在非洲的应用与推广，对推进“一带一路”倡议在非洲的合作可作出一定贡献。

当前，化学毒杀正面临巨大挑战，各国都在寻找新的灭鼠技术和方案。但到目前为止，全球尚未出现可

以替代杀鼠剂的不育剂。现有的鼠类不育剂由于效率、成本等各种原因都未能占据很大的鼠害防控市场。本项目EP系列鼠类不育剂具有双性不育、超微高效、毒性小、残留低、灭效持久、简便易行等特点，有望成为鼠害可持续控制的重要手段之一。另外，该技术由于具有非致死性特点，可显著减少对非靶目标动物及生物多样性的死亡危害，具有很好的生态效益；由于其在自然界分解快，残留时间短，可显著改善传统杀鼠剂给环境带来的危害，具有很好的环境效益；由于其相比传统灭杀技术具有较为“人道”的特点，易于被公众、动物福利组织等所接受，具有很好的社会效益。鉴于此，该技术在“一带一路”沿线国家和地区具有广阔的应用和发展前景。

■ 责任编辑：岳凌生